ABBE-Refraktometer

Inhaltsverzeichnis:

ABBE-Refraktometer

1 Physikalische Grundlagen

Grundbegriffe: Brechungsgesetz, Totalreflexion, absolute und relative Brechzahl, Dispersion, Refraktometer.

Das ABBE-Refraktometer dient zur Messung der Brechzahl flüssiger oder fester Stoffe durch Anwendung des Brechungsgesetzes.

$$n_1 * \sin\alpha_1 = n_2 * \sin\alpha_2$$

Formel 1 : Das Brechungsgesetz

mit dem Einfallswinkel α_1, dem Brechungswinkel α_2 und den Brechzahlen n_1 bzw. n_2 der Stoffe. Beim Übergang vom optisch dünneren zum optisch dichteren Stoff ($n_1 < n_2$) ist der Brechungswinkel $\alpha_2 < \alpha_1$. Für den maximalen Einfallswinkel α_1 = 90 folgt aus dem Brechungsgesetz:

$$\sin\alpha_g = \frac{n_1}{n_2}$$

Formel 2 : Brechungsgesetz α_1 für = 90°

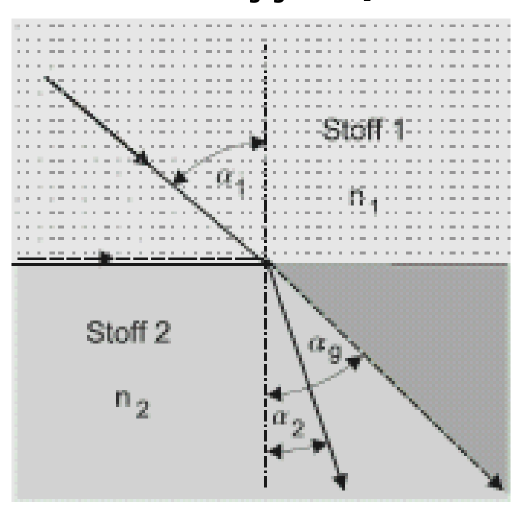


Abbildung 1 : Das Brechungsgesetz

Auch wenn im Stoff 1 im gesamten punktierten Winkelbereich Licht einfällt, wird im Stoff 2 nur bis zum Grenzwinkel α_g der Totalreflexion der schraffierte Winkelbereich ausgeleuchtet (s. Abb. 1). Dieser Grenzwinkel wird beim ABBE-Refraktometer zur Bestimmung der Brechzahl verwendet. Im Prismenkörper (s. Abb. 2) sind das Messprisma und das Beleuchtungsprisma so angeordnet, dass zwischen ihren Grundflächen ein Hohlraum zur Aufnahme der flüssigen Probe entsteht.

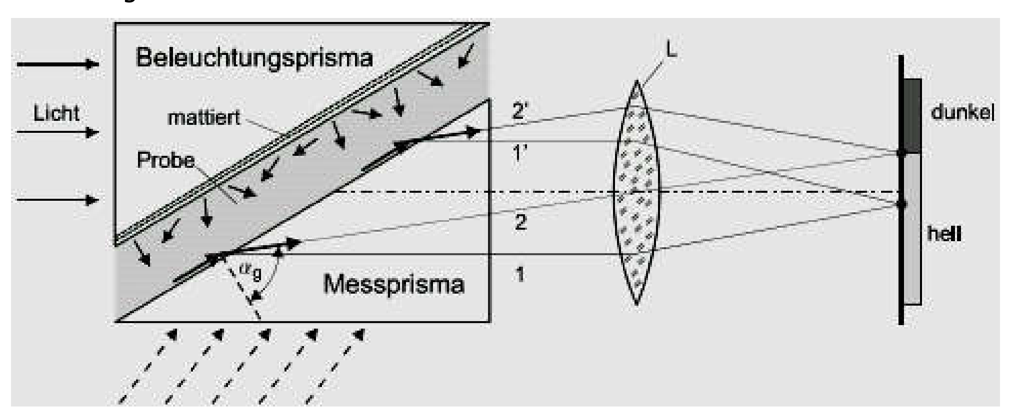


Abbildung 2 : Prismenkörper

Er ist in der Abbildung stark vergrößert gezeichnet. Das in das Beleuchtungsprisma einfallende Licht wird an der mattierten Grundfläche gestreut und durchsetzt die Probe in allen Richtungen; insbesondere trifft es auch streifend auf die Grundfläche des Messprismas, die für die Messung entscheidende Grenzfläche. Das streifend einfallende Licht (s. Abb. 2, dicke Pfeile) führt im Messprisma zum Grenzwinkel α_g, wenn die Brechzahl der Probe n_{Probe} kleiner als die Brechzahl des Messprismas n_{Prisma} ist.

An jedem Punkt dieser Grenzfläche wird das Licht gebrochen; gezeichnet sind für zwei beliebige Punkte jeweils zwei gebrochene Strahlen. Die beiden Strahlen 1 und 1', wie auch alle anderen an der Grenzfläche unter diesem Winkel gebrochenen Strahlen, ergeben in der Brennebene der Linse L das Bild B_1. Die beiden Strahlen 2 und 2' ergeben das Bild B_2. Es können keine größeren Brechungswinkel auftreten als die der Strahlen 2 und 2', weil sie dem Grenzwinkel α_g der Totalreflexion entsprechen. Beim ABBE-Refraktometer wird das aus dem Messprisma austretende Licht mit einem Fernrohr beobachtet und es entsteht im Gesichtsfeld des Fernrohres eine scharfe Grenzlinie zwischen einem hellen und einem dunklen Bereich. Gemessen wird aber nicht der Grenzwinkel der Totalreflexion, sondern auf einer mit dem Messprisma konstruktiv verbundenen Skala kann direkt die Brechzahl für die Wellenlänge der gelben Na-D-Linie (λ = 589 nm) abgelesen werden.

2 Aufbau des Refraktometers

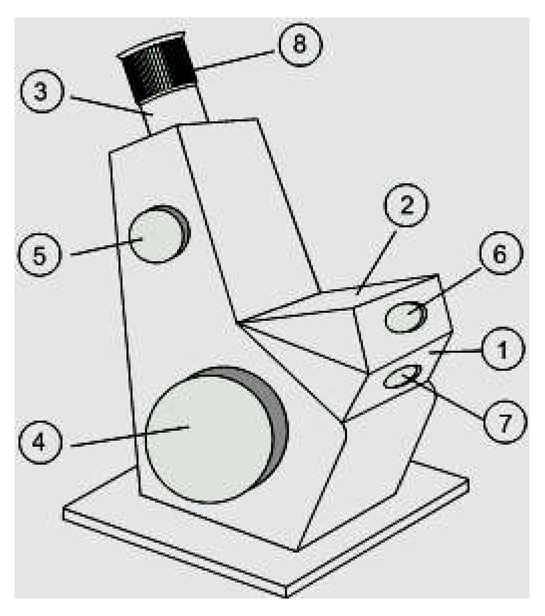


Abbildung 3 : Das ABBE-Refraktometer

Das ABBE-Refraktometer besteht im wesentlichen aus dem Messprisma (1), dem Beleuchtungsprisma (2), dem Beobachtungsfernrohr (3) mit integriertem Ablesemikroskop für die Brechzahlskala und den Stellrädern (4) und (5). Das Stellrad (4) dient nach der Beschickung des Prismenkörpers mit der Probe zur Einstellung der Hell-Dunkel-Grenzlinie auf das Strichkreuz im Okular. Mit dem Stellrad (5) kann der dispersionsbedingte Farbsaum der Grenzlinie zum Verschwinden gebracht werden. An beiden Prismen befinden sich verschließbare Beleuchtungsfenster (6) und (7) und auf der in Abb. 3 verdeckten Seite des Gerätes eine drehbare Beleuchtungsvorrichtung für die Brechzahlskala.

3 Das ABBE-Refraktometer gestattet mehrere Messverfahren

- Im durchfallenden Licht - wie oben beschrieben - ist der Hell-Dunkel-Kontrast besonders groß, aber diese Methode ist nur für durchsichtige Flüssigkeiten geeignet.
- Im streifenden Licht, anwendbar für durchsichtige feste Stoffe, wird das Beleuchtungsprisma weggeklappt und das Licht fällt durch eine mattierte Seitenfläche des Messobjektes parallel zum Messprisma ein.
- Im reflektierten Licht, anwendbar für alle festen und flüssigen Substanzen, wird das Beleuchtungsfenster (7) geöffnet, so dass das Licht dann schräg von unten (s. Abb. 2, gestrichelte dicke Pfeile) in das Messprisma eintritt. Dieses Messverfahren ist auch für stark gefärbte Flüssigkeiten und undurchsichtige feste Stoffe anwendbar, im Gegensatz zu den beiden vorstehenden.

Anhang

1 Abbildungsverzeichnis

2 Formelverzeichnis